

А.П. Самовол, доктор с.-х. наук,
Т.Н. Замыцкая, старший лаборант
Институт овощеводства и бахчеводства НААН

ИНДУЦИРОВАННЫЙ МУТАГЕНЕЗ. СООБЩЕНИЕ 1:
Норма реакции мутабельности растений томата на γ -облучение семян
(первый критерий – формирование репродуктивной нагрузки)

Изучали влияние γ -облучения семян сортов региональной и зарубежной селекции томата на формирование репродуктивной нагрузки на первых 3 кистях. Установлена дифференцированная норма реакции по частоте растений с завязавшимися плодами на I, II и III кисти, зависящая от генетической основы сорта, варианта обработки, дозы γ -излучения и порядка расположения кистей на растениях.

Ключевые слова: индуцирующий мутагенез, норма реакции, доза γ -излучения, эффект мутабельности, репродуктивная нагрузка, цветки и завязи.

Введение. Считается, что первые попытки улучшения растений с помощью рентгеновских и ультрафиолетовых лучей были предприняты А. Пировано в 1912–1922 гг. (цит. по Бриггс и Ноулз, 1972). Затем, после того как в 1927 году Muller на дрозофиле, а через год Stadler на растениях ячменя и кукурузы подтвердили возможность увеличения частоты мутаций за счет рентгеновских лучей, этот метод был испытан в разных лабораториях мира (цит. по Жученко А.А., 2001).

Преимущество использования мутаций в селекции состоит в том, что с их помощью можно значительно расширить адаптивный потенциал доступного селекционеру генофонда. Хотелось бы отметить, что проведенные опыты в Германии под руководством профессора Штуббе, показали, что между природным и индуцированным многообразием форм томата, ячменя, сои практически нет различий. По мнению автора, индуцированные мутанты могут помочь селекционеру в тех случаях, когда в известном уже многообразии
© Самовол А.П., Замыцкая Т.Н., 2015.

культурных растений отсутствуют формы с некоторыми нужными хозяйственно-ценными признаками.

Несмотря на противоречивые оценки роли индуцированного мутагенеза в селекции сельскохозяйственных растений, считается, что дискуссионным может быть лишь вопрос о наиболее рациональных путях использования этого метода. С одной стороны человек все в большей мере регулирует условия произрастания растений (орошение, удобрение, пестициды), а с другой – выдвигает новые требования к растениям (пригодность мех. уборке, устойчивость к гербицидам, более высокое содержание биологически ценных веществ и т.д.). Трудно предположить, что в естественном генофонде растений могли возникнуть и сохраниться все нужные для современной селекции геноисточники (если не признать участия в создании генофонда творца, предвидевшего все перипетии урбанизированной цивилизации). Не верящим в мутационную селекцию должны верить в Бога, справедливо замечают Gottschalk, Kumar, 1972; цит. по Жученко, 2001).

Мутации генов являются первичным источником наследственной изменчивости у всех живых организмов. Средняя частота спонтанных мутаций одного гена за поколение у высших растений и животных оценивается приблизительно в 10^{-5} и варьирует в пределах от 10^{-4} до 10^{-10} (Stubbe, Scholz, 1976; цит. по Жученко, 2001). Тогда как частота индуцированных мутаций выше и составляет 10^{-3} – 10^{-5} на ген за одно поколение (Бороевич, 1984). Оценка всего генома томата по распределению разрывов хромосом под влиянием химических мутагенов показала, что 80,4 % разрывов находятся в зоне центромеры, 8 % – в гетерохроматина и 11,6 – в эухроматина. Для томата установлено, что обе указанные зоны одинаково реагируют на разрывы. Наряду с генными мутациями под действием мутагенов могут происходить изменения структуры хромосом, включающие транслокации, инверсии, делеции, дупликации, терминальные и интерстициальные нехватки, а также изменения в числе хромосом, гибель ядер и целых клеток, замедление или стимуляция роста и пр.

Особо следует отметить, что при мутационной селекции (обработка семян мутагенными факторами) наиболее эффективный отбор качественных маркерных и количественных признаков наблюдается в M_2 , хотя некоторые мутации проявляются и в M_3 и в более поздних поколениях.

Методика исследований. Эксперименты проводили в защищенном грунте стеклянной теплицы. В качестве объекта

исследований использовали сортообразцы томата зарубежной и региональной селекции соответственно: I – Легинь, Рио-Гранде, Голда, Рио-Фуего, Дорал, Ингулецкий и II – Карась, Чайка, Иришка, Элеонора, Алтай, Малиновое Виканте, Клондайк. В качестве мутагенного фактора использовали γ -излучение дозами 7 и 15 кР. Семена перечисленных сортов дифференцированно по направленности селекции облучали в разные годы на установке закрытого типа «Исследователь» (180 Р/мин) (табл. 1).

1. – Варианты и дозы γ -излучения семян сортов зарубежной (I) и региональной селекции (II)

Варианты и их № п/п	Год гамма – облучения семян дозой 7 и 15 кР						
	I	11 1	11,14 2	11,13 3	11,13, 14 4	11,(12– хран.), 14 5	11,(12– хран.) 6
II	12 1		12,13 2		12,14 3	12,13,14 4	Контроль 5

Для выявления нормы реакции растений сортов зарубежной и региональной селекции на воздействие на семена γ -излучения дозами 7 и 15 кР, в качестве первого критерия возможного индуцирования индивидуального уровня мутабельности растений использовали такой показатель как формирование репродуктивной нагрузки (частота растений с завязавшимися плодами и/или сформировавшимися бутонами и цветками) на I, II и III кисти на 1.07.2014 года. В качестве контроля были взяты растения тех же сортов, но семена, которых не обрабатывали указанным мутагеном.

Результаты исследований. В целом выявлена зависимость нормы реакции изученных сортов на γ -облучение семян от генетической основы сорта, варианта обработки, дозы γ -излучения и порядка расположения кистей на растениях. А теперь обратимся к конкретно полученным данным по более информативному признаку – частота растений с завязавшимися плодами. Установлено, что на первой кисти по указанному критерию минимальный эффект на уровне 10% (по отношению к контролю, вариант 7) зафиксирован только у сорта Голда в 5 и 6 вариантах, которые отличаются от

остальных определенной особенностью, а именно: первую γ -обработку семян дозой 7кР провели в 2011 году, вторую в 2012 (при этом семена оставили на хранение на период указанного года), третью γ -обработку – в 2014 году (табл. 2). Что касается второй кисти, то у отмеченного сорта Голда эффект сформировавшейся репродуктивной нагрузки повысился по сравнению с вариантом 7 в 2 раза и снова в одном из выше фигурирующих вариантов (табл. 3). Проявил также повышенную мутабельность по сравнению с контролем и сорт Рио-Фуего сразу в четырех вариантах – во 2–4 и 6 соответственно на 20 %, 20, 40 и 20 %. При снятии информации о репродуктивной нагрузке у растений на третьих кистях выявлено, что положительный эффект зафиксирован у большего числа сортов (табл. 4).

2. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на I кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года						
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 7 кР						
	11	11,14	11,13	11,13,14	11,(12– хран.),14	11,(12– хран.)	Контроль
	1	2	3	4	5	6	7
	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц
ЛЕГИНЬ	94 4	93 30	33 0	50 0	100 0	100 0	100 0
РИО- ГРАНДЕ	33 67	88 6	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0
ГОЛДА	83 25	70 31	– –	– –	100 0	100 0	90 10
РИО- ФУЕГО	100 0	100 0	100 0	100 0	80 20	100 0	100 0
ДОРАЛ	– –	– –	100 0	100 0	75 25	60 40	100 0

Примечания. В этой и следующих таблицах: п. / ц. – плоды / цветки, – на данных вариантах растения сортов не оценивались.

Так, например, у сорта Дорал лимиты изменчивости по репродуктивной нагрузке в вариантах 3,4 и 6 проявились на уровне 20–40 % при 10 % в контрольном варианте; у растений сорта Рио-Фуего в этих же вариантах – на уровне 40–60 % при отсутствии растений

с завязавшимися плодами в контроле. Близкие результаты получены по растениям сорта Рио-Гранде, о чем свидетельствуют лимиты изменчивости в вариантах 2,4,5, и 6 – 20–50 % (в контроле 0 %). Сохраняет положительный эффект и сорт Голда, у которого в 1 и 2 вариантах процент растений с завязавшимися плодами составил 50 и 14 % (в контроле 0 %; см. табл. 5).

3. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на II кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года						
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 7 кР						
	11	11,14	11,13	11,13,14	11,(12– хран.),14	11,(12– хран.)	Контроль
	1	2	3	4	5	6	7
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц
ЛЕГИНЬ	65 36	58 39	33 67	50 17	60 20	100 0	100 0
РИО- ГРАНДЕ	0 100	88 12	60 40	100 0	90 10	83 17	100 0
ГОЛДА	75 63	50 50	– –	– –	100 0	20 80	80 20
РИО- ФУЕГО	60 40	80 20	80 20	100 0	20 80	80 20	60 40
ДОРАЛ	– –	– –	60 40	80 0	25 75	60 40	80 20

Повышение дозы γ -излучения до 15 кР в 6-том варианте ситуации не изменило (эффект проявился у сорта Ингулецкий-1 только на 13 %), тогда как в первом варианте (обработка проведена в 2011 году), наоборот, эффект увеличился значительно (на 30 %; табл. 6). Для некоторых сортов – Легиень, Рио-Фуего и Дорал, на первой кисти характерно формирование репродуктивной нагрузки на уровне контроля (частота растений с плодами составляет 100 % соответственно в вариантах: 4, 5, 6; 3, 4 и 2, 6; см. табл. 6).

4. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на III кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года						
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 7 кР						
	11	11,14	11,13	11,13,14	11,(12– хран.),14	11,(12– хран.)	Контроль
	1	2	3	4	5	6	7
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п / ц
ЛЕГИНЬ	12 76	16 75	33 67	0 100	20 40	20 60	40 60
РИО- ГРАНДЕ	0 100	41 47	0 100	20 80	20 80	50 50	0 50
ГОЛДА	50 75	14 89	– –	– –	0 100	0 100	0 100
РИО- ФУЕГО	0 80	0 60	40 30	60 20	0 100	60 40	0 100
ДОРАЛ	– –	– –	40 60	20 80	0 100	20 10	10 80

На второй и третьей кистях при гамма-излучении 15 кР наибольший эффект мутабельности растений зафиксирован у сортов Легинь, Рио-Фуего и Ингулецкий (табл. 7 и 8).

Что касается нормы реакции растений сортов региональной селекции на γ -излучение (7 кР) и на определенное количество обработок семян (4 варианта), то положительный эффект на первой кисти по сравнению с контрольным вариантом практически отсутствует (табл. 9). В тоже время высокий эффект нормы реакции на указанную дозу γ -излучения проявился у сорта Чайка, у которого частота растений с плодами на второй и третьей кистях существенно превалирует над контролем во всех 4-х вариантах (табл. 9, 10). При повышенной дозе γ -излучения (15 кР) положительный эффект зафиксирован у сорта Клондайк в вариантах 2 и 4 на первой кисти, в варианте 2 и 1 на второй и третьей кистях (см. табл. 8, 9 и 10).

5. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на I кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года						
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 15 кР						
	11	11,14	11,13	11,13,14	11,(12– хран.),14	11,(12– хран.)	Контроль
	1	2	3	4	5	6	7
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц
ЛЕГИНЬ	– –	– –	50 50	100 0	100 0	100 0	100 0
ИНГУЛЕЦ- КИЙ-1	100 0	67 33	– –	– –	60 0	83 0	70 30
ГОЛДА	88 12	– –	– –	– –	– –	– –	90 10
РИО- ФУЕГО	90 10	73 9	100 0	100 0	– –	– –	100 0
ДОРАЛ	82 9	100 0	– –	– –	67 33	100 0	100 0

6. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на II кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года						
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 15 кР						
	11	11,14	11,13	11,13, 14	11,(12– хран.), 14	11,(12– хран.)	Контроль
	1	2	3	4	5	6	7
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц
ЛЕГИНЬ	– –	– –	50 50	80 0	100 0	100 0	40 60
ИНГУЛЕЦКИЙ-1	63 25	33 33	–	– –	60 0	50 50	20 80
ГОЛДА	82 18	– –	– –	– –	– –	– –	80 20
РИО-ФУЕГО	80 20	18 64	100 0	100 0	– –	– –	60 40
ДОРАЛ	73 27	80 20	– –	–	33 67	0 100	80 20

7. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов, пригодных к механизированной уборке урожая, на формирование репродуктивной нагрузки на III кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года							
	№ варианта – год гамма – облучения семян дозой 15 кР							
	11	11,14	11,13	11,13,14	11(12– хран.), 13,14	11,(12– хран.), 13	Контроль	
	1	2	3	4	5	6	7	
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	
ЛЕГИНЬ	– –	– –	50 0	60 20	0 100	0 100	40 60	
ИНГУЛЕЦКИЙ - 1	38 50	0 67	– –	– –	0 60	17 83	0 80	
ГОЛДА	29 63	– –	– –	– –	– –	– –	0 100	
РИО-ФУЕГО	50 50	100 0	80 20	20 60	– –	– –	0 100	
ДОРАЛ	36 45	60 40	– –	– –	33 33	0 100	10 80	

8. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов региональной селекции на формирование репродуктивной нагрузки на I кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года					
	№ варианта – год гамма – облучения семян					
	12	12,13	12,14	12,13,14	Контроль	
	1	2	3	4	5	
	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	п/ц	
Доза гамма – облучения 7 кР						
Карась	100 0	– –	100 0	– –	100 0	
Чайка	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	
Иришка	– –	90 10	– –	100 0	100 0	
Элеонора	– –	79 7	– –	80 20	100 0	
Алтей	100 0	– –	– –	– –	100 0	
Малиновое Виканте	53 47	– –	– –	– –	80 20	
Доза гамма – облучения 15 кР						
Клондайк	– –	80 20	– –	50 25	– –	

9. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов региональной селекции на формирование репродуктивной нагрузки на II кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года									
	№ варианта – год гамма – облучения семян									
	12		12,13		12,14		12,13,14		Контроль	
	1	2	3	4	5	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц
Доза гамма – облучения 7 кР										
Карась	76	25	–	–	48	52	–	–	80	20
Чайка	100	0	90	10	90	10	90	10	25	50
Иришка	–	–	80	20	–	–	80	20	100	0
Элеонора	–	–	71	21	–	–	20	80	80	20
Алтей	80	20	–	–	–	–	–	–	100	0
Малиновое Виканте	27	67	–	–	–	–	–	–	60	40
Доза гамма – облучения 15 кР										
Клондайк	–	–	50	50	–	–	0	100	26	57

10. – Влияние дозы γ -облучения и количества обработок семян сортов региональной селекции на формирование репродуктивной нагрузки на III кисти

СОРТ	Частота растений с плодами или цветками на 1.07.2014 года									
	№ варианта – год гамма – облучения семян									
	12		12,13		12,14		12,13,14		Контроль	
	1	2	3	4	5	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц	п / ц
Доза гамма – облучения 7 кР										
Карась	25	72	–	–	6	89	–	–	20	80
Чайка	50	40	50	40	20	80	60	40	0	50
Иришка	–	–	80	20	–	–	60	30	80	20
Элеонора	–	–	43	50	–	–	60	40	0	100
Алтей	40	60	–	–	–	–	–	–	20	80
Доза гамма – облучения 15 кР										
Клондайк	67	7	–	–	–	–	–	–	7	71

Выводы. 1. Установлена дифференцированная норма реакции сортов зарубежной и региональной селекции томата по частоте растений с завязавшимися плодами на I, II и III кисти, которая зависит от генетической основы сорта, варианта обработки, дозы γ -излучения и порядка расположения кистей на растениях. 2. Высокой

мутабільністю к підвищеній дозі γ -випромінювання (15 кР) відрізняються сорти Леґинь і Ріо-Фуего, к пониженої дозі (7 кР) – сорт Чайка.

Библиография

1. Бриггс Ф. Научные основы селекции / Ф. Бриггс, П. Ноулз. М. : Колос, 1972. – 185 с.
2. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений / А. А. Жученко. – М. : Агрорус, 2001. – Т. I. – 780 с.
3. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич. – М. : Колос, 1984. – 344с.

О.П. Самовол, Т.М. Замицька

Індукований мутагенез. Повідомлення 1: Норма реакції мутабільності рослин томата на γ -опромінення насіння (перший критерій – формування репродуктивного навантаження).

Резюме. Вивчали вплив γ -опромінення насіння сортів регіональної та зарубіжної селекції томата на формування репродуктивного навантаження на перших 3 китицях. Установлено диференційовану норму реакції за частотою рослин з плодами, які зав'язалися на I, II і III китиці, що залежить від генетичної основи сорту, варіанта обробки, дози γ -опромінення та порядку розташування китиць на рослинах.

A.P. Samovol, T.N. Zamytskaya

It's an induced mutagenesis. Message 1: Normal reactions of mutability of tomato plants to γ -irradiation of seeds (the first criterion – the formation of reproductive load).

Summary. Already been studied the effect of γ -radiation varieties of seeds the regional and international selection of tomato for the future formation of reproductive load on the first three branches. Already differentiated rate was set by the frequency response of plants to fruit that began by I, II and III branch, depending on the genetic basis of grade, alternative treatment, the dose γ -irradiation and order of branches on plants.